



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-53086

(43) 公開日 平成5年(1993)3月5日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

G 0 2 F 1/035

識別記号

庁内整理番号

8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-217352

(22) 出願日 平成3年(1991)8月28日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 清野 貴

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 女施田 直之

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

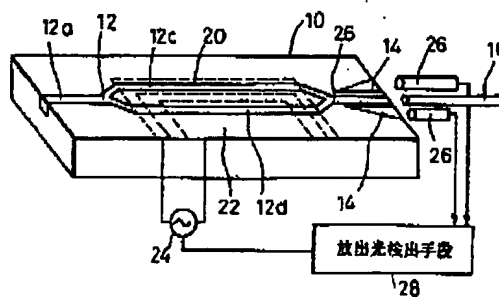
(54) 【発明の名称】 マツハツエンダー型光導波路デバイス

(57) 【要約】

【目的】 マツハツエンダー型光導波路デバイスに関し、信頼性を高めるために特性の変動をモニターすることができるようにすることを目的とする。

【構成】 入力導波路部(12a)と、出力導波路部(12b)と、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部(12c, 12d)とからなる主光導波路(12)と、該主光導波路の該出力導波路部の近傍に設けられて該平行導波路部と該出力導波路部との接続部で放出される光をガイドする副光導波路(14)とを備えた構成とする。

本発明の原理説明図



10…基板  
12…主光導波路  
14…副光導波路  
16…光ファイバ  
20, 22…電極  
24…電線  
25…モニター用光ファイバ

(2)

特開平5-53086

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力導波路部(12a)と、出力導波路部(12b)と、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部(12c, 12d)とからなる主光導波路(12)と、該主光導波路の該出力導波路部の近傍に設けられて該平行導波路部と該出力導波路部との接続部で放出される光をガイドする副光導波路(14)とを備えたマッハツェンダー型光導波路デバイス。

【請求項2】 前記副光導波路の表面に光散乱手段(30)を設けた請求項1に記載のマッハツェンダー型光導波路デバイス。

【請求項3】 前記副光導波路でガイドされた光を検出する検出手段(28)を備え、該検出手段の出力に応じて該主光導波路(12)への印加電圧を制御する請求項1に記載のマッハツェンダー型光導波路デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はマッハツェンダー型光導波路デバイスに関する。光通信の分野では、光スイッチや、変調器や、合分波器や、カプラ等の部品が必要であり、マッハツェンダー型光導波路デバイスはこのような部品として使用可能なものとして期待されている。マッハツェンダー型光導波路デバイスは、電界を印加すると屈折率が変化する結晶材料の基板に光導波路を設けたものであり、非常に小型に製造でき、且つ量産性に優れている。

【0002】

【従来の技術】 マッハツェンダー型光導波路デバイスの光導波路は、入力導波路部と、出力導波路部と、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部とからなる。マッハツェンダー型光導波路デバイスを例えば光変調器として使用するときには、平行な中間導波路部に電極を設け、印加電圧を制御することにより、出力導波路部からの光出力を変調する。図3は、印加電圧に対する光出力を示す図である。例えば印加電圧が0のときに光出力は1になり、印加電圧がVのときに光出力は0になり、電圧に応じて光出力はサイン関数状になる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、マッハツェンダー型光導波路デバイスに応力や熱がかかったり、DCドリフト等が生じたりすると、特性が変動することがあるという問題点があった。例えば、図3を参照すると、実線が所定の特性を示すのに対して、特性が破線で示すように変動することがあった。マッハツェンダー型光導波路デバイスの応用によっては、所定の電圧値を印加したときに光出力が変化することは好ましくないことであり、そのような変動が発生したときには対策を施すことができるようにしておくことが望まれる。

【0004】 本発明の目的は、信頼性を高めるために特性の変動をモニターすることができるようにしたマッハツェンダー型光導波路デバイスを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明によるマッハツェンダー型光導波路デバイスは、図1に示されるように、入力導波路部12aと、出力導波路部12bと、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部12c, 12dとからなる主光導波路12と、該主光導波路の該出力導波路部12bの近傍に設けられて該平行導波路部12c, 12dと該出力導波路部12bとの接続部で放出される光をガイドする副光導波路14とを備えたことを特徴とする。

【0006】

【作用】 上記したマッハツェンダー型光導波路デバイスでは、電圧を印加したときに出力導波路部12bで利用可能な光出力が入力光に対して低下する。本発明は、このように光出力が低下したとき、入力光と出力光との差に相当する光成分は、主光導波路の平行導波路部12c, 12dと出力導波路部12bとの接続部から基板内へ放出されることに注目した。そこで、主光導波路の出力導波路部12bの近傍に副光導波路14を設け、前記放出光を所定の部位へガイドするようにした(図1では、基板の端面にガイドされる)。このようにしてガイドされた放出光は適切な手段により検出され、この放出光をモニターすることにより、特性の変動をモニターすることができる。

【0007】

【実施例】 図1を参照すると、マッハツェンダー型光導波路デバイスは、ニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )の結晶からなる基板10に光導波路12を設けたものである。光導波路12は、入力導波路部12aと、出力導波路部12bと、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部12c, 12dとからなる。入力導波路部12a及び出力導波路部12bはそれぞれ基板10の端面に露出し、光ファイバ16(図1では出力導波路部12b側の光ファイバのみ示されている)に接続される。

【0008】 光導波路12は、例えば、ニオブ酸リチウムの結晶基板10にチタン(Ti)を蒸着し、フォトリソグラフィ及びエッチングによりパターン化し、それから酸素を含む高温中で同基板10中へ拡散させることにより形成している。この光導波路12は透明で、基板10よりも屈折率が高くなり、光を閉じこめるようになる。

【0009】 図1及び図2に示されるように、光導波路12の上には $\text{SiO}_2$ のパッファ層18(図1では省略してある)が設けられ、そしてパッファ層18の上で中間導波路部12c, 12dの位置に対応して電極20、

(3)

特開平5-53086

3

22が設けられる。電極20、22は電源24に接続される。従って、電極20、22間に電圧を印加することにより、中間導波路部12c、12dの屈折率が変化し、光の伝播特性を変化させる。

【0010】さらに、副光導波路14が主光導波路12の出力導波路部12bの近傍に設けられる。副光導波路14は出力導波路部12bを挟んで平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部から基板10の端面まで延びる。モニター用光ファイバ26が基板10の端面と一致する副光導波路14の端面に接続される。モニター用光ファイバ26はフォトダイオード等の光検出器を含む放出光検出手段28に接続される。さらに、この放出光検出手段28は電源24に制御信号を送ることができる。

【0011】このようなマッハツェンダー型光導波路デバイスでは、電源24から電極20、22に印加する電圧に応じて図3の実線で示されるような光出力が得られる。例えば印加電圧が0のときに光出力は1になり、印加電圧がV<sub>0</sub>のときに光出力は0になり、電圧に応じて光出力はサイン関数状になる。実線が所定の特性を示すのに対して、特性が破線で示すように変動することがある。副光導波路14はそのような変動をモニターできるようにするために、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部から基板10の内部へ放出される光をガイドするものである。

【0012】図4はマッハツェンダー型光導波路デバイスの光導波路12を簡略化して示しており、(A)は印加電圧が0のときの光の伝播の様子を示し、(B)は印加電圧がV<sub>0</sub>のときの光の伝播の様子を示している。図4において、12aは入力導波路部、12bは出力導波路部と、12c、12dは中間導波路部である。各部には波形状の図形で伝播モードが示されている。このマッハツェンダー型光導波路デバイスでは、入力導波路部12aに示されたモードの光のみが伝播可能である。

【0013】図4の(A)においては、光は所定の入力モードで入力導波路部12aに導入され、中間導波路部12c、12dに向かい、これらの中間導波路部12c、12dを入力モードと同じモードでそれぞれ伝播し、そして同じモードで出力導波路部12bから出力される。また、(B)においては、光は所定の入力モードで入力導波路部12aに導入され、中間導波路部12c、12dに向かうが、このときに、中間導波路部12c、12dの屈折率が電圧0のときとは変化しているの  
40  
で、光の伝播速度が変化することになる。従って、これらの中間導波路部12c、12dを伝播する光の位相に相互に差がで、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部においてこれらの位相の異なった光が出会うと、出力導波路部12bに入射すべきモードが入力モードとは変わったものになる。このため、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接  
50

4

続部に到達した光は、電圧の値に応じた程度(図3)で、出力導波路部12bに入射できなくなり、基板10の内部に放射されることになる。

【0014】通常、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部で基板10の内部に放射される光は、(B)に示されるように出力導波路部12bの両側で基板10の端面に向かって斜めに進む。ただし、この放出光は基板10の表面に沿って進むのではなく、(C)に示されるように基板10の底部側に向かって進む。このようにして進む放射光は、基板10と基板の外側の空気との界面において全反射を繰り返して、基板10のどの位置から出射するのか確かでない。

【0015】本発明では、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部で基板10の内部に入った光の多くは、この放射光の発生部の近くで副光導波路14に入射する。この副光導波路14も主光導波路12と同様にして基板10の表面に形成され、基板10よりも屈折率が高い。そのため、副光導波路14に入った放射光は副光導波路14に閉じ込められて副光導波路14内を進み、すなわち副光導波路14内をガイドされる。副光導波路14内を進む光は実質的に基板10には出射することなく、基板10の端面と一致する端面から出射する。従って、この端面に光ファイバ26を接続すれば、放射光を捕らえることができる。

【0016】このようにして、放出光検出手段28は主光導波路12から漏れた放射光を検出し、それによって、電源24から印加した電圧値に対して、光出力が所定のレベルになっているかどうかを判断することができる。すなわち、図3を参照すると、電源24から印加した電圧値に対して、実線の特性の光出力が得られているか、あるいは破線で示されるように特性が変動しているかを判断することができる。このようなモニターの応用として、放出光検出手段28の出力に基づいて電源24に制御信号を送り、特性のずれを補正することができる。

【0017】図5は、本発明の実施例を示し、基板10には図1の場合と同様に主光導波路12を形成してある(図5では平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部の部分のみ示されている)。この主光導波路12の出力導波路部の近傍には副光導波路14が設けられている。さらに、この副光導波路14の表面に光散乱手段30が設けられている。この光散乱手段30はグレーティングや、表面の粗面化処理等からなる。副光導波路14の表面に光散乱手段30を設けることによって、平行導波路部12c、12dと出力導波路部12bとの接続部で基板10の内部に入った光のうち、副光導波路14に入射した光は光散乱手段30で散乱して副光導波路14の表面から出射するようになる。従って、副光導波路14の表面にモニター用光ファイバ26を設けておけば、前述したのと同様にして放射光を捕らえる

(4)

特開平5-53086

5

6

ことができる。

【0018】図6は、本発明の別の実施例を示し、基板10には前の例と同様に主光導波路12及び副光導波路14が設けられている。さらに、この副光導波路14の表面に光散乱手段30が設けられ、そしてパツファ層18を介してミラー32が設けられている。モニター用光ファイバ26は基板10の底面側に配置される。従って、副光導波路14に入射した光が光散乱手段30によって表面に出射し且つミラー32で反射して光ファイバ26に捕らえられる。この構成によれば、モニター用光ファイバ26の設置位置の制限を緩和することができる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるマツハツェンダー型光導波路デバイスは、入力導波路部と、出力導波路部と、該入力導波路部及び該出力導波路部の間にそれぞれY字状分岐部を介して接続される平行な中間導波路部とからなる主光導波路と、該主光導波路の該出力導波路部の近傍に設けられて該平行導波路部と該出力導波路部との接続部で放出される光をガイドする副光導波路とを備えた構成であるので、主光導波路の平行導

波路部と出力導波路部との接続部から基板内へ放出される光を副光導波路により所定の部位へガイドすることができ、よって特性の変動をモニターして信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】図1のデバイスの部分断面図である。

【図3】光出力の特性を示す図である。

【図4】放射光を説明する図であり、(A)は電圧を印加しないときを示す図、(B)は電圧を印加したときを示す図、(C)は(B)のデバイスの断面図である。

【図5】本発明の実施例を示す断面図である。

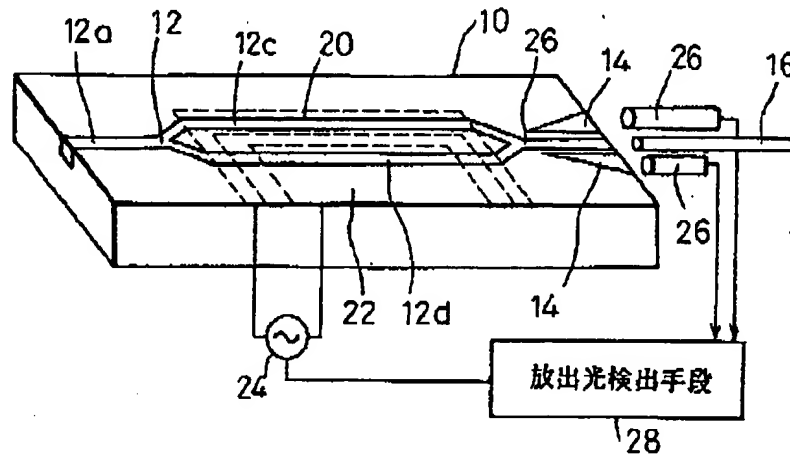
【図6】本発明の別の実施例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 10…基板
- 12…主光導波路
- 14…副光導波路
- 16…光ファイバ
- 20, 22…電極
- 24…電源
- 26…モニター用光ファイバ

【図1】

本発明の原理説明図



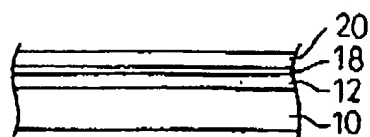
- 10…基 板
- 12…主光導波路
- 14…副光導波路
- 16…光ファイバ
- 20, 22…電 極
- 24…電 源
- 26…モニター用光ファイバ

(5)

特開平5-53086

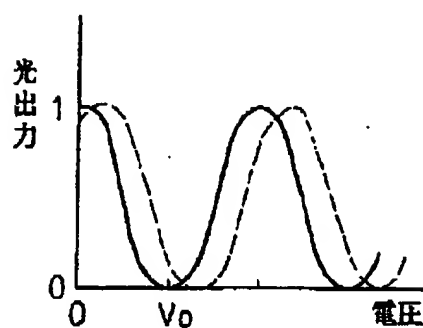
【図2】

図1のデバイスの部分断面図



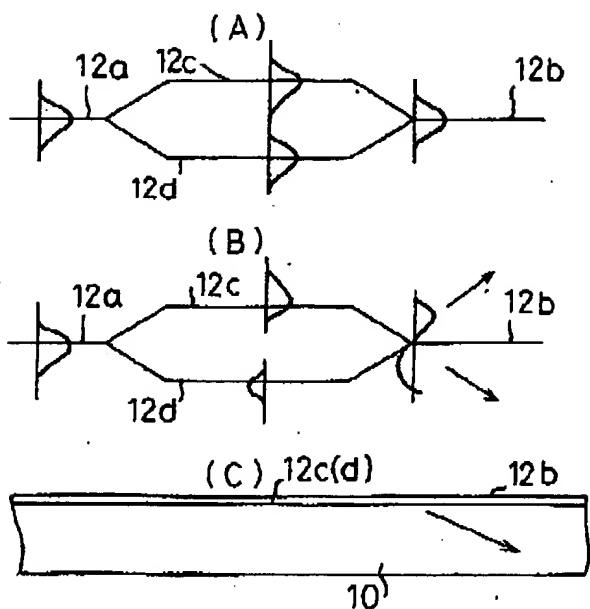
【図3】

光出力の特性を示す図



【図4】

放射光を説明する図

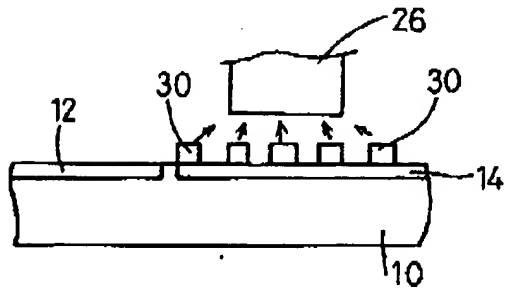


(6)

特開平5-53086

【図5】

実施例を示す断面図



【図6】

別の実施例を示す断面図

